

Family list

3 family members for:

JP8213317

Derived from 3 applications.

[Back to J](#)

- 1 **SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF**
Publication info: **JP8213317 A** - 1996-08-20
- 2 **Semiconductor device and method for producing the same**
Publication info: **US5915174 A** - 1999-06-22
- 3 **Semiconductor device and method for producing the same**
Publication info: **US6316789 B1** - 2001-11-13

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

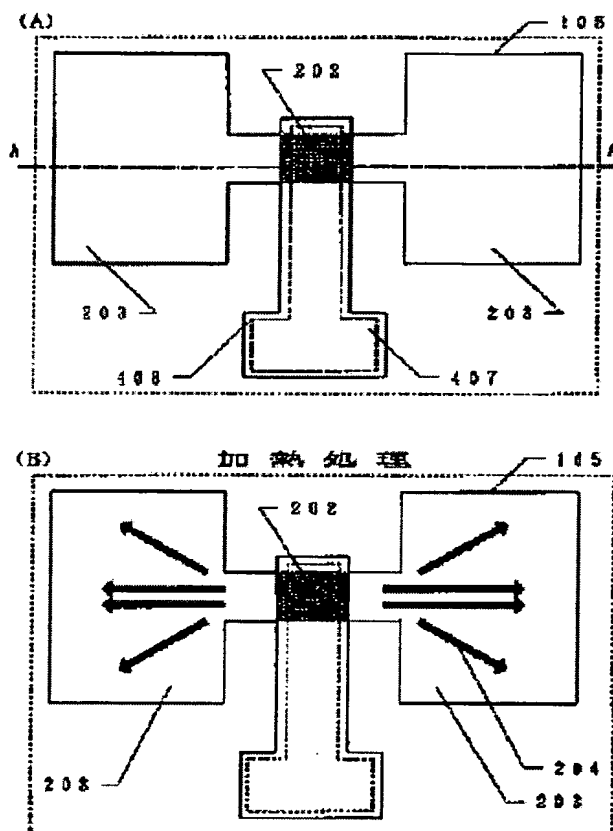
BEST AVAILABLE COPY

SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

Patent number: JP8213317
Publication date: 1996-08-20
Inventor: YAMAZAKI SHUNPEI; OTANI HISASHI; MIYANAGA SHOJI; TERAMOTO SATOSHI
Applicant: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD
Classification:
- **international:** H01L21/20; G02F1/136; H01L27/12; H01L29/786; H01L21/336
- **europaen:**
Application number: JP19950274746 19950928
Priority number(s):

Abstract of JP8213317

PURPOSE: To manufacture a thin-film transistor using a crystalline silicon film formed on a glass substrate.
CONSTITUTION: An amorphous silicon film is selectively crystallized by the catalyst action of nickel in the heating step at 550 deg.C for 4 hours to form insular regions 105 by a patterning step. Next, after providing a gate insulating film 408 and a gate electrode 407, impurity ions are implanted in the insular regions 105 to form source/drain regions. Resultantly, the regions 203 excluding the crystalline regions 202 are made amorphous. By heat-treating the whole body at the temperature exceeding 400 deg.C, the nickel contained in the crystallized region 202 is diffused in the amorphous regions 203 thereby enabling the nickel concentration in the channel forming regions to be reduced.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-213317

(43) 公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int. Cl. ⁶

H01L 21/20

G02F 1/136

H01L 27/12

29/786

識別記号

500

R

F I

H01L 29/78

627

G

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全9頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-274746

(22) 出願日 平成7年(1995)9月28日

(31) 優先権主張番号 特願平6-261171

(32) 優先日 平6(1994)9月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 大谷 久

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 宮永 昭治

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半

導体エネルギー研究所内

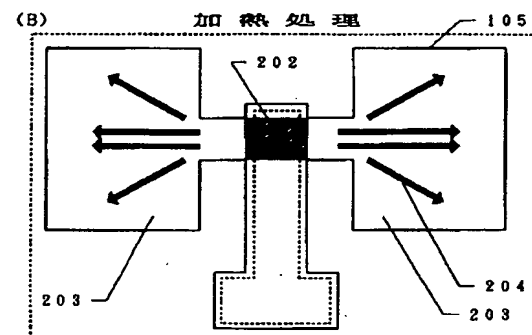
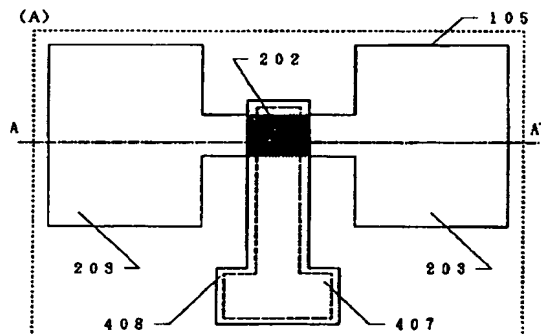
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその作製方法

(57) 【要約】

【目的】 ガラス基板上に形成された結晶性珪素膜を用いて、薄膜トランジスタを作製する。

【構成】 550℃、4時間の加熱によって、ニッケルの触媒作用により非晶質珪素膜を選択的に結晶化して、パターニングして島状領域105を形成する。ゲート絶縁膜、ゲート電極407を設けた後に、ソース/ドレイン領域を形成するために不純物イオンを島状領域105に注入する。この結果、結晶化された領域202以外の領域203は非晶質化される。この状態で400℃以上の加熱処理を行うことによって、結晶化された領域202に含まれているニッケルが、非晶質化された領域203へと拡散するため、チャネル形成領域中のニッケル濃度が低下される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁表面を有する基板上に非晶質の領域と結晶性を有する領域とを有する珪素膜を形成する工程と、

加熱処理を施す工程と、

を有し、

前記結晶性を有する領域には、珪素の結晶化を助長する金属元素が含まれており、

前記加熱処理によって、前記金属元素を前記結晶性を有する領域から前記非晶質の領域に拡散させることを特徴とする半導体装置の作製方法。 10

【請求項2】絶縁表面を有する基板上に非晶質の領域と結晶性を有する領域とを有する珪素膜を形成する工程と、

加熱処理を施す工程と、

を有し、

前記結晶性を有する領域には、珪素の結晶化を助長する金属元素が含まれており、

前記加熱処理によって、前記金属元素を前記結晶性を有する領域から前記非晶質の領域に吸い出させることを特徴とする半導体装置の作製方法。 20

【請求項3】請求項1または請求項2において、前記金属元素としてFe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が用いられることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項4】請求項1または請求項2において、前記金属元素としてFe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が用いられ、前記結晶性を有する領域中には前記金属元素が $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3} \sim 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の濃度で含まれていることを特徴とする半導体装置の作製方法。 30

【請求項5】請求項1または請求項2において、前記結晶性を有する領域は、前記基板に平行な方向に結晶成長していることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項6】ソース領域とドレイン領域とチャンネル形成領域とを少なくとも有する活性層と、

該活性層上に形成されたゲート絶縁膜と、

該ゲート絶縁膜上に形成されたゲート電極と、

を有し、

前記活性層中には珪素の結晶化を助長する金属元素が含まれており、

前記チャンネル形成領域中の前記金属元素の平均濃度は、前記ソース領域および前記ドレイン領域中における前記金属元素の平均濃度と比較して同程度またはそれより低いことを特徴とする半導体装置。

【請求項7】請求項6において、前記金属元素としてFe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素 50

が用いられることを特徴とする半導体装置。

【請求項8】請求項6において、前記金属元素としてFe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素が用いられ、前記チャンネル形成領域中における前記金属元素の濃度は $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下であり、前記ソース領域と前記ドレイン領域中における前記金属元素の濃度は $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3} \sim 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ であることを特徴とする半導体装置。

【請求項9】請求項6において、少なくとも前記チャンネル形成領域は、前記基板に平行な方向に結晶成長した領域を用いて構成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項10】結晶性を有する珪素半導体膜を珪素の結晶化を助長する金属元素の作用により形成する工程と、

前記結晶性珪素膜の一部を非晶質化する工程と、

加熱処理を施し前記非晶質化した一部の領域に前記金属元素を吸い取らせる工程と、

を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本明細書で開示する発明は、薄膜トランジスタ等の半導体装置およびその作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、液晶デバイスに薄膜トランジスタを用いる構成が注目されている。これは、アクティブマトリクス型の液晶表示装置といわれるもので、マトリクス状に配置された数百万以上の各画素に薄膜トランジスタをそれぞれ配置し、各画素に保持する電荷を薄膜トランジスタによって制御することを特徴とする。このアクティブマトリクス型の液晶表示装置は、高速度で微細な表示が可能であるので、携帯型のワードプロセッサやコンピュータのディスプレイに利用されている。

【0003】一般に、アクティブマトリクス型の液晶表示装置において、各画素に配置される薄膜トランジスタをプラズマCVD法で形成された非晶質珪素膜で構成し、これら非晶質珪素の薄膜トランジスタを駆動するための周辺回路を外付けのICで構成している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来例では、周辺駆動回路を外付けのICで構成しているため、装置の小型化、軽量化を図ることが困難である。周辺駆動回路を外付けのICで構成しているのは、非晶質珪素膜を用いた薄膜トランジスタでは、その動作速度の遅さから周辺駆動回路に必要とされる動作を行わすことができないからである。さらに、周辺駆動回路は一般にCMOS回路で構成されるが、非晶質珪素膜で構成したPチャンネル型の薄膜トランジスタは、その特性がNチャンネル型に比較して極めて低いので、CMOS回路が構成

できないことも原因の一つである。

【0005】アクティブマトリクス型の液晶表示装置に非晶質珪素膜を用いた薄膜トランジスタが利用されているのは、ガラス基板の耐熱性の問題があるからである。一般に液晶表示装置は、基板として透光性を有するものを用いる必要があるので、基板の材質が限定されてしまう。一般に、透光性を有し、安価で、かつ大面積なものが得られるという条件を満足する材料はガラスしかない。

【0006】しかしながら、ガラス基板は600℃以上の温度で加熱すると、反りや縮みが顕著になるので、基板温度が600℃以上になるプロセスを採用することができない。例えば、アクティブマトリクス型の液晶ディスプレイの基板として一般的に利用されているコーニング7059ガラス基板は、ガラス歪点が593℃であり、その温度以上で加熱処理を加えると、基板の反りや縮みが大きくなり、実用にならない。

【0007】非晶質珪素膜はプラズマCVD法で容易に大面積に、かつ低温(400℃以下)で成膜することができる。従って、従来の技術においては、ガラス基板を用いた場合、使用される薄膜トランジスタの半導体部分は非晶質珪素膜で構成されることになってしまう。

【0008】また、一部で基板として石英基板を用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置も知られている。この場合、800℃あるいは900℃以上の温度で加熱処理を行うことができるので、結晶性珪素薄膜を用いて薄膜トランジスタを作製することができる。非晶質珪素膜で構成された薄膜トランジスタと比較して、結晶性珪素膜で構成された薄膜トランジスタは桁違いの高速動作をさせることができる。また、結晶性珪素膜で構成された薄膜トランジスタは、CMOS回路を作製することができるため、周辺駆動回路をも同一基板(この場合は石英基板)上に配置させることができる。従って、石英基板を使用することにより、液晶表示装置の性能を向上することが可能になり、より微細な表示、高速な表示が可能になる。また、液晶表示装置全体を小型化、軽量化することも可能になるしかしながら、石英基板はガラス基板の価格の10倍以上もする大変高価なものであり、経済性の観点から採用することができない。

【0009】本発明の目的は、上述の問題点を解消して、ガラス基板に作製された結晶性珪素膜を有する薄膜トランジスタ等の半導体装置の作製方法を提供することにある。即ち、600℃以下の温度で結晶性珪素膜をガラス基板上に形成し、この結晶性珪素膜を用いて薄膜トランジスタを得る技術を提供することにある。また、安定した動作を行う薄膜トランジスタ等の半導体装置を提供することを他の目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述の問題点を解消するために、本発明に係る半導体装置の作製方法の構成は、

絶縁表面を有する基板上に非晶質の領域と結晶性を有する領域とを有する珪素膜を形成する工程と、加熱処理を施す工程と、を有し、前記結晶性を有する領域には、珪素の結晶化を助長する金属元素が含まれており、前記加熱処理によって、前記金属元素を前記結晶性を有する領域から非晶質の領域に拡散させることを特徴とする。

【0011】上記構成において、絶縁表面を有する基板としては、ガラス基板、石英基板、絶縁膜が形成されたガラス基板や石英基板を挙げることができる。特に本明細書で開示する発明は、基板としてガラス基板を用いた場合に有用である。

【0012】「非晶質の領域と結晶性を有する領域とを有する珪素膜を形成する工程」には、珪素の結晶化を助長する金属元素を選択的に非晶質珪素膜に導入し、450～600℃程度の加熱温度で加熱処理を加える工程を挙げることができる。この場合、金属元素が導入された領域または金属元素が導入された領域とその周辺を選択的に結晶化させることができる。この加熱温度の上限は基板の耐熱温度、即ち歪点で制限される。例えば、ガラス基板を使用した場合には、加熱温度は550℃程度の温度とすることが、ガラス基板の耐熱性や生産性の面から適当である。また、石英基板等の1000℃以上の温度にも耐え得るような材料を基板に用いた場合には、この加熱温度も耐熱温度に伴って高くすることができる。

【0013】珪素の結晶化を助長する金属元素としては、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu、Auから選ばれた一種または複数種類の元素を用いることができる。これらの金属元素の中で特にその効果が顕著に得られるのはニッケル(Ni)である。

【0014】金属元素を非晶質珪素膜に導入するには、金属元素の薄膜をスパッタ法やCVD法や蒸着法で非晶質珪素膜上に物理的に形成する方法と、金属元素を含んだ溶液を非晶質珪素膜上に塗布する方法とを挙げることができる。物理的な形成方法は、極薄い膜を均一に形成することが困難である。そのため、金属元素が非晶質珪素膜上に均一に接することができないので、結晶成長の際に金属元素が偏在し易い。他方、溶液を用いる方法は金属元素の濃度を容易に制御することができ、かつ金属元素を非晶質珪素膜の表面に均一に接して保持させることができる。従って、金属元素を非晶質珪素膜に導入する方法としては、物理的に金属膜を形成する方法よりも、溶液を用いる方法がより好適である。

【0015】加熱処理により珪素を結晶化させるためには、金属元素は $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以上の濃度で非晶質珪素膜中に含ませることが必要である。しかし、非晶質珪素膜中に、金属元素を $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上の濃度で含ませた場合には、膜中にシリサイドが形成されてしまうので好ましくない。このため、本発明は、「加熱処理によって、前記結晶性を有する領域から前記金属元素を非

晶質の領域に拡散させる（或いは吸い取らせる）」ことによって、結晶性を有する領域の金属元素濃度を $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 以下とする。

【0016】金属元素を拡散させるためには、加熱温度は 400°C 以上（上限は基板の耐熱温度、ガラス基板であれば歪点で制限される）であればよい。この加熱処理は非晶質の領域が結晶化しない温度（一般的に 450°C 以下）で行う方法と、非晶質の領域が結晶化する温度

（一般的に 450°C 以上、好ましくは 500°C 以上）で行う方法とに二分できる。

【0017】非晶質の領域を結晶化させずに加熱処理を行うことで、結晶性の領域中の金属元素を非晶質の領域に拡散させる効果、或いは吸い出させる効果を得ることができる。例えば、加熱温度は $400 \sim 450^\circ\text{C}$ とし、その加熱時間は5分～10時間程度とすればよい。時間をかけて加熱処理を加えることで、結晶性領域中の金属元素の濃度を金属元素が拡散していった非晶質領域の金属元素の濃度よりも低くすることができる。これは非晶質状態では不対結合手が多量に存在しているためである。換言すると、非晶質珪素膜中には金属元素と結合し

やすい状態で珪素の原子が存在しているためである。この作用は非晶質珪素膜中の欠陥密度を人為的に多くした場合に、より顕著に得ることができる。なお、この作用を非晶質領域による金属元素の吸い出し効果と見ることもできる

【0018】他方、非晶質の領域の結晶化が進行する温度で加熱処理をした場合には、非晶質珪素膜が結晶化した時点で金属元素の拡散が見かけ状停止して、結晶成長の先端部分に金属元素が集中して存在する。本発明は、

真性半導体とすべき領域外まで結晶成長の先端部が移動するように加熱処理をして、真性半導体とすべき領域中には金属元素の集中した部分が存在しないようにする。

【0019】本発明に係る半導体装置の構成は、少なくともソース領域とドレイン領域とチャネル形成領域とを有する活性層と、該活性層上に形成されたゲート絶縁膜と、該ゲート絶縁膜上に形成されたゲート電極と、を有し、前記活性層中には珪素の結晶化を助長する金属元素が含まれており、前記チャネル形成領域中の前記金属元素の平均濃度は、前記ソース領域およびドレイン領域における金属元素の平均濃度に比較して同程度またはそれより低いことを特徴とする。

【0020】上記構成を有する半導体装置は、活性層において、少なくともチャネル形成領域を金属元素の作用によって形成した結晶性珪素領域とし、その周囲、例えばソース／ドレイン領域やその一部を非晶質珪素領域とする。この状態で、加熱処理を加えることによって、結晶性珪素領域中の金属元素を非晶質領域に吸い出させている（拡散させている）。具体的には、チャネル形成領域中の金属元素の濃度を $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下とすることができると同時に、ソース領域とドレイン領域にお

ける金属元素の濃度を $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3} \sim 5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ とすることができる。なお本明細書中における不純物の濃度はSIMS（2次イオン分析方法）で計測された値の最小値で定義されている。

【0021】

【実施例】

【実施例1】図1～図5に基づいて、本実施例を説明する。図1～3は薄膜トランジスタの作製工程を説明する上面図であり、図4、図5は作製工程毎の薄膜トランジスタの断面図である。図4（A）に示すように、ガラス基板401上に、下地膜として酸化珪素膜402を 3000 \AA の厚さにスパッタ法で成膜する。その上に非晶質珪素膜403をプラズマCVD法または減圧熱CVD法で 500 \AA の厚さに成膜する。

【0022】UV酸化法によって、非晶質珪素膜403の表面に図示しない極薄い酸化膜を形成する。UV酸化法とは、酸素雰囲気または酸化性雰囲気中において、UV光を照射することによって、酸化膜を形成する方法である。ここで酸化膜を形成するのは、後の工程で非晶質珪素膜403上に塗布される溶液の濡れ性を向上させるためである。次に、フォトリソを用いてマスク404を形成する。レジストのマスク404は紙面に垂直な方向に長手方向を有する矩形状の開口部405を有する。この状態で珪素の結晶化を助長する金属元素であるニッケルを含んだ溶液を塗布する。ここではニッケル酢酸塩溶液をスピコート法を用いて塗布する。この結果、図示しない酸化膜を介して、レジストのマスク404の開口部405において、非晶質珪素膜403の表面にニッケルが接して保持された状態が実現される。（図4（A））

【0023】次にレジストのマスク404を取り除き、加熱処理を施す。加熱温度は $450^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ の範囲とすればよい。ガラス基板を用いる場合には、ガラス基板の縮みや変形を防ぐために、この加熱処理の温度をガラス基板の歪点以下の温度とすることが好ましい。本実施例では、加熱温度を 550°C とし、加熱時間を4時間とする。

【0024】図4（B）に示す状態を上面から見た様子を図1（A）に示す。図1（A）のA-A'で切った断面図が図4（B）に相当する。図1（A）に示すように、点線で示す非晶質の領域100において、レジストのマスク405の開口部405に、ニッケル元素が接して保持されている。 550°C 、4時間の加熱処理が施されると、矢印102に沿って基板401に平行な方向に結晶が成長して、その結晶成長距離を数 $10 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ 以上とすることができる。（図4（B））

【0025】結晶成長を行わせた後、結晶化された珪素膜を図1（B）に示すような形状にパターンニングして、島状領域105を形成する。図1（B）をB-B'で切った断面図が図4（C）に相当する。島状領域105は薄

膜トランジスタの活性層の元になる。図 1 (A) に示すように矢印 1 0 2 に沿って選択的に結晶成長が進行したため、領域 1 0 3 は結晶化された領域であり、領域 1 0 4 は非晶質（アモルファス）のままの領域である。

【0 0 2 6】次に、図 4 (D) に示すように、ゲイト絶縁膜として機能する酸化珪素膜 4 0 6 を 1 0 0 0 Å の厚さにプラズマ CVD 法で成膜する。さらにアルミニウムを主成分とする膜を 6 0 0 0 Å の厚さに成膜して、図 2 (A) に示すような形状にパターニングして、ゲイト電極 4 0 7 を形成する。なお、図 2 (A) の A - A' で切

った断面図が図 4 (D) に相当する。

【0 0 2 7】次に、電解溶液中において、ゲイト電極 4 0 7 を陽極酸化して、ゲイト電極 4 0 7 の周囲に酸化物層 4 0 8 を形成する。この酸化物層 4 0 8 の厚さは 2 0 0 0 Å 程度とする。この酸化物層 4 0 8 の厚さで後の不純物イオンの注入工程において、オフセットゲイト領域を形成することができる。

【0 0 2 8】次に、ソース／ドレイン領域を形成するために不純物イオンを島状領域 1 0 5 に注入する。本実施例ではリンイオンを注入する。図 4 (D) に示すように、斜線で示す領域 2 0 2 において、ゲイト電極 4 0 7 の直下の領域には不純物イオンが注入されず、チャンネル形成領域となり、陽極酸化物層 4 0 8 の直下の領域には、リンイオンが低濃度に注入されるため、オフセットゲイト領域となる。また、結晶化された領域 2 0 2 は不純物イオンによって結晶性が殆ど損なわれない。他方、領域 2 0 3 には不純物イオンが高濃度に注入され、不純物イオンが衝突した衝撃により殆ど非晶質化される。非晶質化された領域 2 0 3 は、後に、ソース／ドレイン領域となる。また結晶化された領域 2 0 2 とその近傍の領域は、図 1 (B) に示す結晶化された領域 1 0 3 に対応するため、結晶化を助長するために用いられたニッケル元素が存在している。領域 2 0 2 中のニッケル濃度は、ニッケルが最初に導入された開口部 4 0 5 におけるニッケル濃度と比較して、1 桁程度低くなっている。他方、非晶質化された領域 2 0 3 は領域 1 0 4 に対応しており、殆どニッケル元素は含まれていない。

【0 0 2 9】次に、図 2 (B) に示すように、非晶質珪素が結晶化しない温度、4 0 0 ~ 4 5 0 °C で加熱処理する。ここでは 4 5 0 °C の温度で 2 時間の加熱処理を行う。すると、矢印 2 0 4 で示すように、結晶化された領域 2 0 2 に含まれているニッケル元素が非晶質化された領域 2 0 3 に拡散していく。非晶質化された領域 2 0 3 はニッケルをトラップする欠陥を多量に有しているため、ニッケルが結晶化された領域 2 0 2 から非晶質化された領域 2 0 3 に拡散して（吸い出されて）、最終的に、結晶化された領域 2 0 2 のニッケル濃度を 1 / 2 以下とすることができる。この加熱処理工程は 4 5 0 °C 以上の温度で行うことはできない。なぜなら、4 5 0 °C 以上の温度で加熱した場合には、アルミニウムを主成分と

するゲイト電極 4 0 7 からアルミニウムが拡散してしまう現象が顕著になるためである。

【0 0 3 0】次に、図 5 (B) に示すように、レーザー光を照射して、不純物イオンの注入によって非晶質化された領域 2 0 3 を結晶化すると共に、注入された不純物イオンを活性化する。この結果、ソース領域 5 0 1、ドレイン領域 5 0 2、チャンネル形成領域 5 0 3、オフセットゲイト領域 5 0 0 がそれぞれ形成される。

【0 0 3 1】そして図 5 (C) に示すように、層間絶縁膜として酸化珪素膜 5 0 4 を 7 0 0 0 Å の厚さに成膜する。さらにコンタクトホールの形成を行った後、ソース電極 5 0 5 とドレイン電極 5 0 6 の形成を行う。最後に 3 5 0 °C の水素雰囲気中において熱処理を 1 時間加えることにより、薄膜トランジスタを完成させる。（図 5 (C)）

【0 0 3 2】本実施例では、ニッケル元素の触媒作用により、珪素膜を結晶化させるようにしたため、低温で、且つ短時間で、結晶性の優れた珪素膜を得ることができる。さらに、チャンネル形成領域中のニッケル元素をソース／ドレイン領域に拡散させるようにしているため、薄膜トランジスタの特性を損ねることがない。従って、高速動作が可能な結晶性の薄膜トランジスタを得ることができる。

【0 0 3 3】なお、本実施例では、チャンネル形成領域 5 0 3 中のニッケル元素をソース／ドレイン領域 5 0 1、5 0 2 に拡散させるようにしたが、ニッケルを拡散させる領域はなるべく大きな面積とするとよい。これにより、より多くのニッケル元素を拡散させることができる。この場合には、図 2 (B) に示すように、領域 2 0 3 の断面積をできるだけ広くしておき、加熱処理により、非晶質化された領域 2 0 3 にニッケルが拡散させた後に、図 3 に示すように、領域 2 0 3 をソース／ドレイン領域 3 0 1、3 0 2 の形状にパターニングすればよい。なお、この場合には、珪素膜をエッチングする前に、ゲイト膜として機能している酸化珪素膜 4 0 6 を所定の形状にパターニングする必要がある。

【0 0 3 4】〔実施例 2〕本実施例は、実施例 1 に示す構成において、ゲイト電極 4 0 7 を珪素または珪素と金属とのシリサイドで構成した場合の例である。この場合、図 5 (A) における工程で、加熱処理温度を非晶質珪素が結晶化する温度、即ち 4 5 0 °C 以上で行うことができる。しかし、この温度はガラス基板の歪点以下の温度とすることが必要であり、例えば 5 5 0 °C で加熱すればよい。5 5 0 °C で加熱すると、図 2 (B) に示す非晶質化された領域 2 0 3 が結晶化されると共に、その結晶成長の進行方向に沿って、結晶性を有する領域 2 0 2 中のニッケル元素が拡散する。本実施例では、真性半導体とすべきチャンネル形成領域外まで結晶成長の先端部が移動するように加熱処理をして、チャンネル形成領域中に金属元素の集中した部分が存在しないようにする。従っ

て、ニッケル元素は結晶成長の終点、即ち、結晶化された領域203の端部に偏在することになる。

【0035】そのため、図3に示すように、ニッケルが偏在している領域を除去するように、バターニングして、ソース／ドレイン領域301、302を形成するとよい。なお、この場合には、珪素膜をエッチングする前に、ゲート膜として機能している酸化珪素膜204を所定の形状にバターニングする必要がある。後の工程は、実施例1に示した工程と同様な工程を経て、薄膜トランジスタを完成させる。

【0036】〔実施例3〕本実施例は、珪素の結晶化を助長する金属元素が導入された領域を加熱により結晶成長させて、その領域を用いて薄膜トランジスタを作製する例である。本実施例で示す薄膜トランジスタの作製工程が実施例1に示す薄膜トランジスタの作製工程と異なるのは、金属元素が導入される領域と結晶化が行われる領域との関係、さらには結晶化の形態が異なる点である。

【0037】図6に本実施例に示す薄膜トランジスタを作製するに工程を部分的に示す。本実施例においては、まず、図6(A)に示す斜線の領域601にニッケル元素を導入する。ニッケル元素の導入方法は、実施例1に示すものと同様に、ニッケル酢酸塩溶液を塗布する方法を採用すればよい。しかし、実施例1と比較して、ニッケル酢酸塩溶液中のニッケル濃度は1桁以上小さくしておくことが必要である。これは、実施例1と同様のニッケル濃度のニッケル酢酸塩溶液を用いると、加熱処理によって結晶化させる際に、基板に平行な方向に結晶成長が行われてしまうからである。

【0038】領域601を結晶化させるには、550℃、4時間の加熱処理を行えばよい。こうして、領域601を結晶化させた後に、図6(B)に示すように領域601をバターニングして、ニッケルが導入され、結晶化された領域が薄膜トランジスタの活性層のチャンネル形成の領域103になるようにする。後の工程は実施例1に示したものと同様である。

【0039】〔実施例4〕本実施例は、実施例1に示す工程において、選択的にニッケル元素の導入を行わないで、非晶質珪素膜の全面にニッケル元素を導入することを特徴とする。本実施例においては、図1(A)及び図4(A)に示す工程において、何らマスク(図4の404で示される)を形成しない状態で、非晶質珪素膜403の全面にニッケル酢酸塩溶液を塗布する。

【0040】この状態で、550℃、4時間加熱して、非晶質珪素膜403を結晶化させる。結晶化された珪素膜をバターニングして、図1(B)、図4(C)に示すように島状領域105を形成する。島状領域105全域において、ニッケルの濃度が均一になる。従って、実施例1のような、ニッケル濃度の高い領域からニッケルを含有していない(測定限界以下、あるいは極めて低いレ

ベルという意味)領域へのニッケル元素の拡散作用は期待することができない。

【0041】そのため、本実施例では、ニッケル元素を拡散させる領域を意図的に非晶質化させて、その後に、加熱処理をして、チャンネル形成領域内のニッケル元素を非晶質化させた領域に拡散させるようにしている。

【0042】そこで、図4(D)に示すように、ソース／ドレイン領域の形成を行うために、不純物イオンを注入して、ソース／ドレイン領域となる領域203を非晶質化し、チャンネル形成領域となる領域202を非晶質化しないようにする。図5(A)、図2(B)に示すように加熱処理を行うと、領域202から非晶質化している領域203へとニッケル元素が移動する。これは、非晶質珪素膜中の方が結晶性珪素膜中の方より、ニッケルをトラップするための欠陥や不對結合手が多数存在しており、加熱処理を加えることによって、これらの非晶質珪素膜中の欠陥や不對結合手に、ニッケル元素が徐々にトラップされていくからである。即ち、見かけ上は領域202からイオン注入によって非晶質化した領域203にニッケル元素が吸い出されていく現象、或いは拡散していく現象が観察される。この加熱処理は、例えば400～450℃の温度で4時間行えばよい。

【0043】後の工程は、実施例1に示した工程と同様な工程により、薄膜トランジスタを完成させる。

【0044】〔実施例5〕実施例4では、ニッケル元素を拡散させる領域203を、非晶質化させるために、導電性を付与するイオンを加速しながら領域203に注入するようにしたが、例えば、珪素の半導体としての特性を損なわないようなイオンを注入して、領域203を非晶質化するようにしてもよい。例えば、Siイオンや、Geイオンを注入することができる。

【0045】

【発明の効果】本明細書に開示する発明は、ニッケル元素の触媒作用により、珪素膜を結晶化させるようにしたため、ガラス基板が耐え得る温度である600℃、好ましくは550℃以下のプロセス温度で結晶性珪素膜を用いた薄膜トランジスタを得ることができる。またチャンネル形成領域中の金属元素の濃度を下げることができるので、特性の安定した、高速動作が可能な結晶性の薄膜トランジスタを得ることができる。従って、液晶表示装置の基板にガラス基板を使用しても、結晶性の薄膜トランジスタにより、画素マトリクス部と、周辺回路を同一基板上に形成することができるため、装置を小型化、軽量化することができる。また、装置の性能を向上することができる。

【0046】本明細書で開示する発明は、薄膜トランジスタのみならず、その他の結晶性を有する薄膜珪素を用いたデバイスに利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 薄膜トランジスタの作製工程を説明する上面

11

図である。

【図 2】 薄膜トランジスタの作製工程を説明する上面図である。

【図 3】 薄膜トランジスタの作製工程を説明する上面図である。

【図 4】 薄膜トランジスタの作製工程を説明する断面図である。

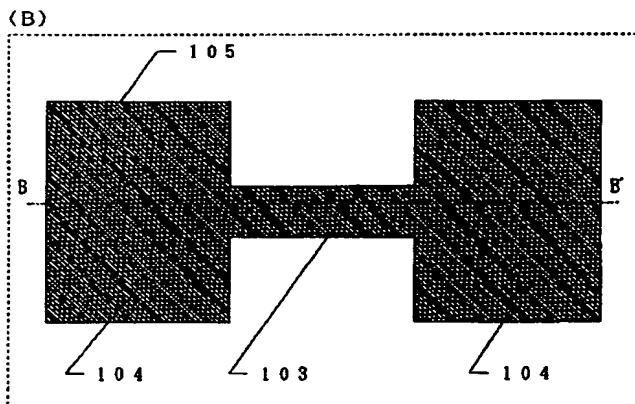
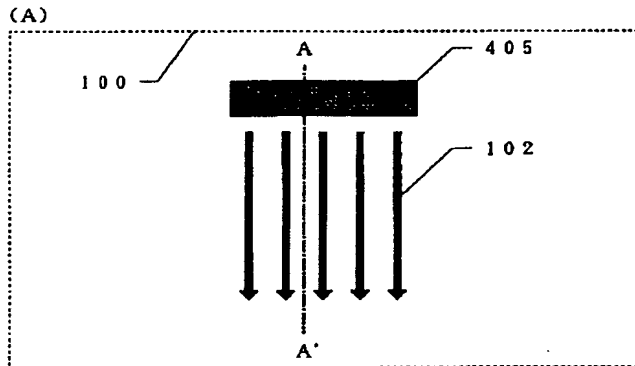
【図 5】 薄膜トランジスタの作製工程を説明する断面図である。

【図 6】 薄膜トランジスタの作製工程を説明する上面図である。

【符号の説明】

105 島状領域

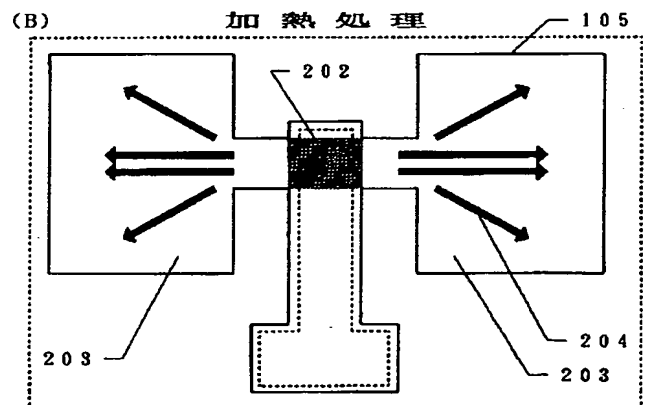
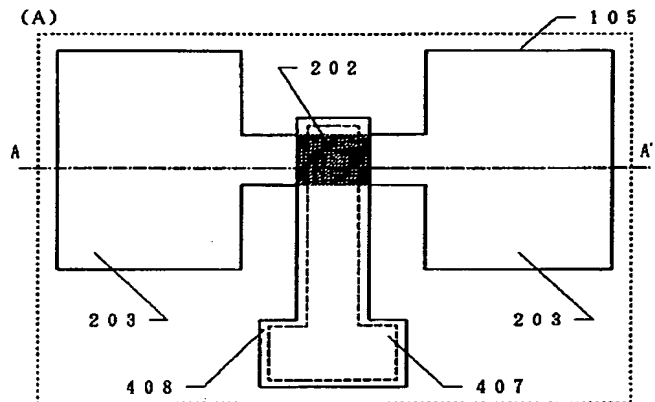
【図 1】



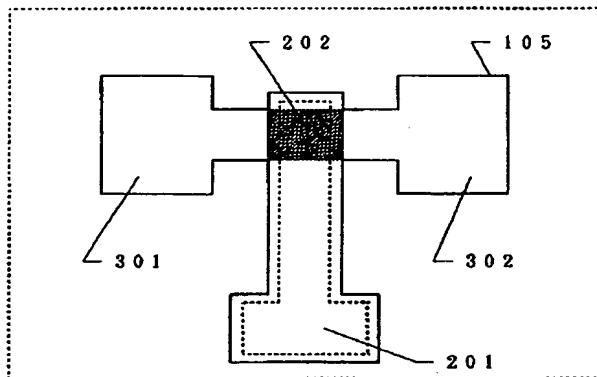
12

202	結晶化された領域
203	非晶質化された領域
301、501	ソース領域
302、502	ドレイン領域
401	ガラス基板
402	酸化珪素膜（下地膜）
403	非晶質珪素膜
404	レジストマスク
407	ゲート電極
408	酸化物層
500	オフセットゲート領域
503	チャネル形成領域

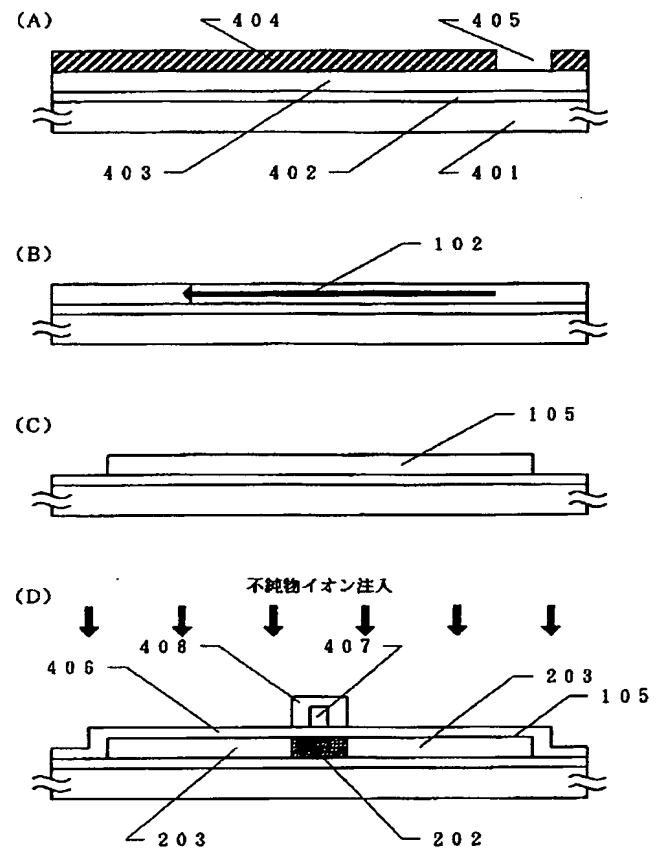
【図 2】



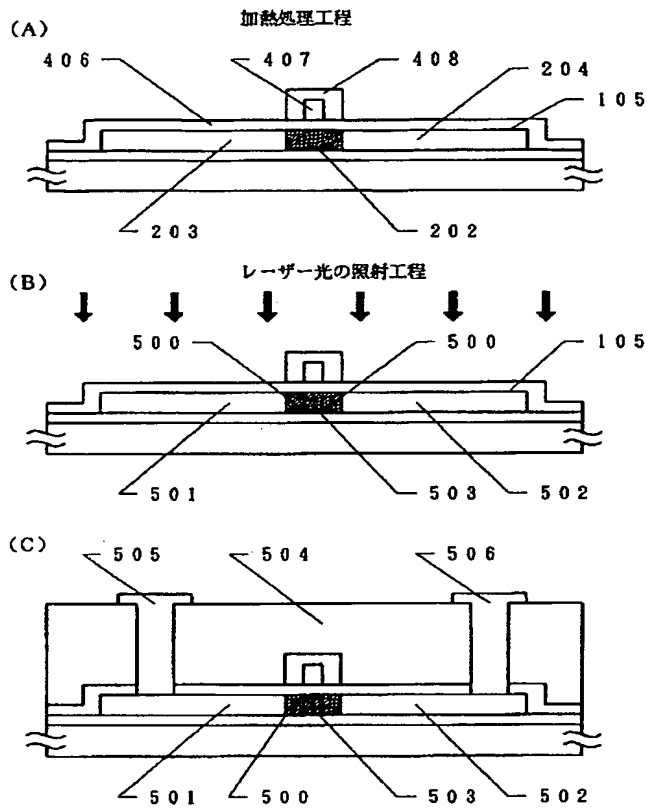
【図 3】



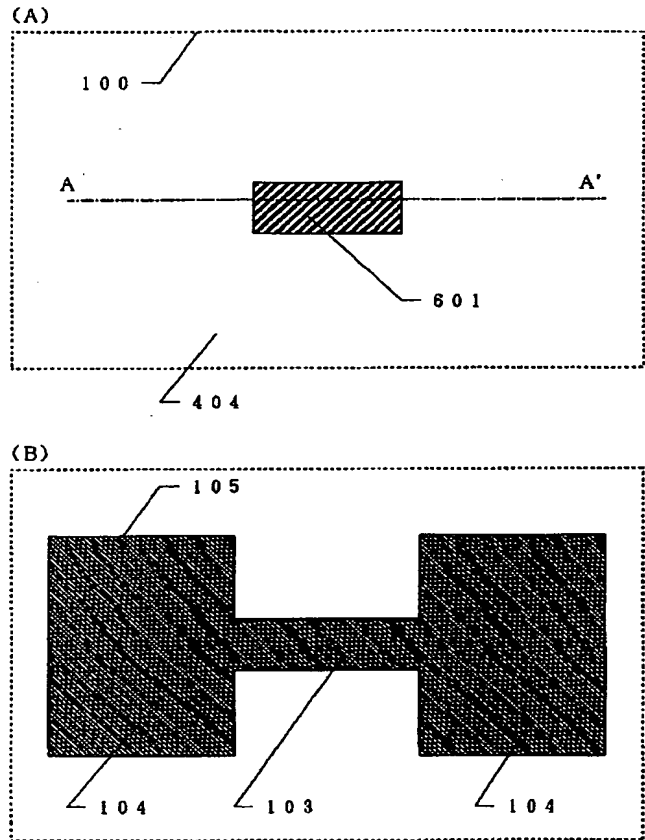
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁴
H01L 21/336

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 寺本 聡
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.